

## KOLUMBIEN — EIN LAND MIT AUSSERORDENTLICHER BIOLOGISCHER VIELFALT<sup>1</sup>

Horst Lüddecke

Biologische Vielfalt, heute eher bekannt als Biodiversität, ist im allgemeinen Sinn die Vielfalt von Lebensäußerungen in jedweder Form und Gestalt (Wilson 1992). Hier beschränke ich mich auf seine Bedeutung als Artenvielfalt, gemessen als Anzahl lebender Tier- und Pflanzenarten in einem begrenzten Gebiet. Den Artbegriff benutze ich im klassischen Sinne als Fortpflanzungsgemeinschaft, zu der alle diejenigen Individuen gehören, die sich potenziell untereinander fortpflanzen können, nicht aber solche anderer Fortpflanzungsgemeinschaften. In der Praxis wird meist auf langwierige Kreuzungsversuche zwischen Angehörigen verschiedener Populationen verzichtet. Man entscheidet auf Grund struktureller Merkmale, heutzutage vermehrt auf molekularer Ebene (Karp et al. 1998), welcher Art ein Einzeltier angehört.

In diesem Sinne ist Megadiversität eine besonders hohe auf einem begrenzten Gebiet vorkommende Artenvielfalt. Das trifft nur für wenige Länder der Erde zu, u.a. Brasilien, Kolumbien, Mexiko, Peru, Ekuador, Venezuela, Zaire, Indonesien, China, Malaysia und Indien. Sie beherbergen gemeinsam über 40% aller bekannten Tier- und Pflanzenarten. Außerdem zeichnen sich manche Gegenden dadurch aus, dass viele Arten dort heimisch sind, die nirgendwo anders auf der Erde vorkommen. In Bezug auf die jeweilige Gegend werden solche Arten als endemisch bezeichnet. Die besten Beispiele für das Vorkommen zahlreicher endemischer Arten sind große Inseln wie Madagaskar und Australien.

---

<sup>1</sup> Mein besonderer Dank gilt den Organisatoren des Kolumbianischen Kolloquiums in der Johannes Gutenberg-Universität Mainz für ihre Einladung zur Teilnahme an den Veranstaltungen im Sommersemester 1999.

## 1. Kolumbiens Megadiversität

Mit einer Landfläche von etwa 1,1 Millionen Quadratkilometern ist Kolumbien ungefähr dreimal größer als Deutschland. Es hat aber nur etwa 40 Millionen Einwohner, etwa 35 Einwohner pro Quadratkilometer. Insgesamt sind etwa zehn Prozent der weltweit bekannten Tier- und Pflanzenarten in Kolumbien heimisch, obwohl dessen Landfläche nur etwa 0,8% der gesamten Landfläche der Erde ausmacht. Fische ausgenommen, nimmt Kolumbien mit mehr als 3.000 Wirbeltierarten den dritten Platz in der Welt ein (Tab. 1). Unter den Säugetieren sind die zahlreichen Fledermaus-, Nagetier-, und Affenarten besonders hervorzuheben. Vermutlich ist es unter den niederen Tieren ähnlich, aber unzählige wirbellose Tierarten Kolumbiens haben noch keinen wissenschaftlichen Namen und können daher nicht objektiv unterschieden und gezählt werden. Kolumbien ist eines der floristisch am wenigsten bekannten Länder Südamerikas, mit ungefähr 45.000–55.000 Pflanzenarten (etwa 13% aller bekannten Pflanzenarten), gegenüber dem flächenmäßig etwa 6,5 Mal größeren Brasilien mit ähnlicher Artenzahl. Die 3.000–3.500 Orchideenarten Kolumbiens stellen etwa 15% dieser Gruppe in aller Welt dar (Andrade et al. 1992).

**Tabelle 1: Anzahl der Wirbeltierarten Kolumbiens und ihr Prozentsatz in Bezug auf die weltweit bekannten Arten**

Tiergruppe	Artenzahl	Prozent
Fische	2.000	10,5
Vögel	1.721	19,1
Reptilien	390	5,9
Amphibien	590	12,8
Säugetiere	367	8,7

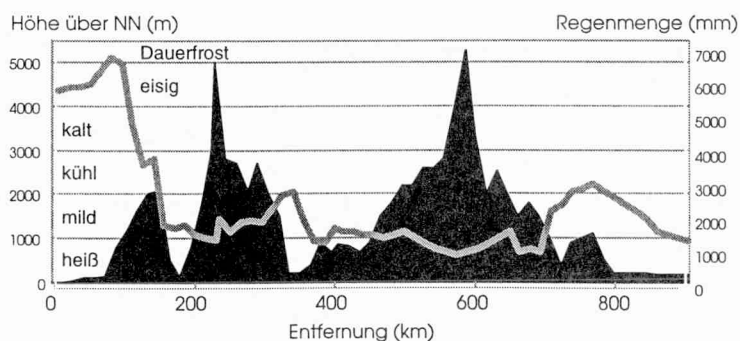
In Kolumbien zeigt sich das Interesse an der biologischen Vielfalt durch die Veröffentlichung vieler Bildbände über bestimmte Tiergruppen, Naturparks, Landschaften und Regionen des Landes. Fernsehsendungen, Radiospots und diverse Plakate drücken die Besorgnis um die Existenz der Lebenswelt aus und rufen zu Schutzmaßnahmen auf. Auf nationalen biologischen Kongressen sind Artenvielfalt, Schutz und Ausbeute, nebst Umweltpolitik und Gesetzgebung, neuerdings hervorstechende Themen. Die von der kolumbianischen Forschungsgesellschaft *COLCIENCIAS* und anderen Stiftungen zur Förderung der Wissenschaften unterstützten Forschungsprojekte sind zunehmend auf praktische oder gewinnbringende Aspekte im Zusammenhang mit dem Arten- und Umweltschutz ausgerichtet. Das mit biologischer Forschung und Naturschutz beauftragte Institut „Alexander

von Humboldt“ hat jüngst in Zusammenarbeit mit dem Umweltministerium, staatlichen und privaten Universitäten Kommissionen für bestimmte Tier- und Pflanzengruppen gebildet, deren Experten gefährdete Arten identifizieren sollen. Es sind auch vermehrt Bemühungen im Gange, die Bevölkerung durch Ökotourismus der Natur näher zu bringen.<sup>2</sup> In den letzten Jahren sind zahlreiche, meist kleine Stiftungen entstanden, die sich in verschiedenster Weise, oft in Verbindung mit Landbesitz, dem Naturschutz widmen.

## 2. Ursachen der Vielfalt

Kolumbiens Artenvielfalt steht in engem Zusammenhang mit seiner Landschafts- und Klimavielfalt. Vom tropischen Palmenstrand zu Schneegipfeln, vom Regenwald zur Wüste, von drückender Hitze zu Dauerfrost, sind alle Übergänge vertreten. Jahreszeitliche Temperaturschwankungen sind gering, sodass eine bestimmte Gegend das ganze Jahr hindurch denselben täglichen Temperaturbereich aufweist. Es gibt daher keinen Wechsel zwischen Sommer und Winter.

**Abb. 1:** Schematische Darstellung des Landesprofils (Schattenriss, Maßstab links) von Osten (Pazifikküste) nach Westen (Orinokotiefeland) durch drei Andenketten mit höhengestaffelten Temperaturzonen (1.000 m dick) und jährlicher Niederschlagsmenge (graue Linie, Maßstab rechts)



Die Klimazonen hängen hauptsächlich von der Höhenlage ab. Mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel sinkt die Durchschnittstemperatur pro 1.000 m um etwa 6° C, also entsprechend Kolumbiens Höhenprofil um etwa 30° C vom Meeresspiegel bis zum höchsten Gipfel

<sup>2</sup> Siehe hierzu den Beitrag von Jaster-Lascano in diesem Band.

(Abb. 1). Der meiste Regen fällt im Tiefland und an den unteren Gebirgshängen. Durch die jahreszeitlich schwankenden Niederschläge entsteht im ganzen Land ein bedeutender Klimawechsel zwischen regional unterschiedlich langen und ausgeprägten Trocken- und Regenzeiten.

Kolumbiens Artenvielfalt ist nicht gleichmäßig verteilt. Die beiden Schwerpunkte befinden sich im warmen Tiefland der Pazifikküste und im westlichen Amazonien. Beide Regionen sind immerfeuchte, von unzähligen Flüssen durchzogene Urwälder. Die kolumbianische Pazifikküste ist vielleicht die artenreichste Gegend der Welt. Mit lokal bis zu 13.000 mm Niederschlag pro Jahr ist es auch eine der regenreichsten. Hier, wie auch im isoliert nördlich gelegenen Bergmassiv von Santa Marta, ist der Anteil endemischer Arten sehr groß. Obwohl die Andenregion (Bergland oberhalb von 1.000 Meter) nur etwa 20-25% der kolumbianischen Landfläche ausmacht, zeigen zahlreiche taxonomische Gruppen dort ihre größte Artenvielfalt, u.a. 93% der etwa 900 Moosarten, 80% der Flechten und Farne, und mehr als die Hälfte der Amphibienarten. Die Ostkette der Anden ist bezüglich vieler Organismen die artenreichste. Die tropischen Trockengebiete sind hingegen für andere Gruppen (z.B. Nagetiere) am artenreichsten.

Die Artenliste über Kolumbiens Frösche und Kröten ist in den vergangenen Jahrzehnten von 212 (Cochran/Goin 1970) auf 578 (Ruiz et al. 1996) Namen gewachsen. Das Verteilungsmuster der Amphibien in Tiefland und Gebirge ist ganz unterschiedlich (Lynch et al. 1997). Die meisten Tieflandarten haben eine ausgedehnte geographische Verbreitung, wobei sich zahlreiche Arten überschneiden (Duellman 1988), so dass Dutzende von Arten an einem einzigen Gewässer zur Fortpflanzung eintreffen können (Hödl 1977). Die meisten Gebirgsarten hingegen haben eine sehr beschränkte geographische Verbreitung, oft ist es ein einziger Gebirgsrücken, den sie mit ganz wenigen anderen Arten teilen (Lüddecke et al. im Druck; Péfaur/Duellman 1980). Auf benachbarten Gebirgsrücken findet man wiederum kleine Froschgemeinschaften mit ähnlichen, nahe verwandten Arten (Duellman 1979). Daher haben die Anden generell eine höhere Artenvielfalt als das Tiefland, mit Ausnahme der Pazifik- und der Amazonas-Region. Alle Gebirgsregionen haben auch einen hohen (62-94%), aber die meisten Tieflandregionen nur einen geringen Anteil (25-37%) endemischer Arten (Lynch et al. 1997).

Die hohe lokale Artendichte im Tiefland erklärt sich zum Teil durch die Vielfalt der Fortpflanzungsweisen der dort lebenden Amphibien: viele sind wegen ihrer Kaulquappen stark von bestimmten Gewässern abhängig, aber mehrere sind reine Landbewohner (Hödl 1990). Zusätzlich zu solchen Anpassungen besteht oft eine Aufteilung in tag- und nachtaktive Arten und innerhalb jeder Gruppe wiederum eine weitgehende räumliche

Aufteilung der Rufplätze (Schlüter 1987) oder eine zeitliche Staffelung der Fortpflanzungsaktivität im Verlauf der Trocken- zur Regenzeit (Ramírez et al. 1999). Außerdem hat jede Art eigene Rufmuster und Stimmlagen, spricht praktisch ihre eigene Sprache, was zwischenartliche Verpaarungen trotz hoher Artendichte unwahrscheinlich macht (Hödl 1998).

### 3. Geologische und klimatische Vergangenheit

In remoten Zeiten waren große Teile Kolumbiens vom Meer bedeckt (Atlas de Colombia 1977). Die ersten Landgebiete waren eben und von geringer Höhe, hatten einheitliche Klimabedingungen und erlaubten eine weitflächige Ausbreitung der Lebewelt. Die dann beginnende Andenauffaltung hat eine entscheidende Rolle für die Artenvielfalt gespielt. Sie erfolgte anfangs nur langsam und für die drei parallelen Ketten nacheinander von Westen nach Osten. Dabei wurden einstmals weitverbreitete Arten mehrmals in östliche und westliche Teilpopulationen getrennt, die sich dann unabhängig voneinander weiterentwickelten. Die oft kilometerdicken, sich überschichtenden Erdkrusten zerbrachen in Schollen, deren Zwischenräume für viele Organismen unüberwindlich wurden, sodass selbst einst auf derselben Höhenstufe lebende Arten fragmentiert wurden und sich wie auf Inseln in getrennten, aber einander sehr ähnlichen Lebensräumen unabhängig voneinander weiterentwickelten und schließlich neue Arten darstellten. Sogar auf die Vögel hat sich die Andenauffaltung artenbildend ausgewirkt. Viele der Gebirgsvögel sind endemisch, z.B. nur auf eine der drei Andenketten begrenzt (Vuilleumier 1970). In den Tiefländern östlich und westlich der Anden gibt es zahlreiche, jeweils eng untereinander verwandte Artenpaare in ähnlichen Lebensräumen, die aber nicht die dazwischenliegenden Berge überqueren können (Brumfield/Capparella 1996).

Hinzu kommt die vertikale Verschiebung der Gebirgslebensräume als Folge zahlreicher aufeinanderfolgender Eiszeiten und Zwischeneiszeiten. Diese brachten auch im gesamten Tiefland starke Klimaschwankungen mit sich (Heyer/Maxson 1982). Insgesamt ist die Andenregion durch hohe tektonische Komplexität gekennzeichnet, mit zahlreichen Barrieren im Laufe ihrer Auffaltung. Die ausgeprägteste Auffaltungsperiode war vor 5-3 Millionen Jahren, bevor die Klimaschwankungen und Vereisungen des Quartärs begannen. Die Anhebung der Ostkette auf ihre jetzige Höhe geschah vor etwa 2,7 Millionen Jahren. Sie soll für viele Arten die endgültige Barriere für einen direkten Weg über die Anden dargestellt haben (Sturm 1994).

Die verfügbaren paleoklimatischen Daten über zahlreiche Klimaschwankungen erlauben kein zweifelsfreies Bild zur historischen Ver-

breitung des Regenwaldes im Tiefland oder des Nebelwaldes im Gebirge, die während der Vereisungen als Rückzugsgebiet hätten dienen können. Die Eiszeiten sollen in Amazonien trockenes Klima, aber im NW Südamerikas feuchtes Klima gebracht haben. Während der vergangenen Eiszeit (vor 35.000–10.000 Jahren) soll es im nördlichen Tiefland Kolumbiens Regenwald gegeben haben. Gleichzeitig sank der Ozeanspiegel um mehr als 100 m, sodass dort für diesen Zeitraum ein breiter, flacher Ost-West-Korridor bestand (Brumfield/Capparella 1996). Genauere Kenntnisse über die Bildung und Unterbrechung einer Landbrücke oder Inselkette zwischen Mittel- und Südamerika (Savage 1982) wären für das Verständnis der Artenvielfalt entlang der kolumbianischen Pazifikküste von großer Bedeutung.

Vermutlich haben die heute vom Páramo bedeckten und von Pflanzen und Tieren bewohnten Berginseln in vergangenen Zwischeneiszeiten für viele Populationen Ausbreitungsschranken bedeutet, die aber während der Eiszeiten aufgehoben wurden. Dann waren die Bergkuppen schneebedeckt und unbewohnbar und die überlebenden Populationen stiegen, der Verschiebung ihres Klimagürtels folgend, hinab und konnten sich so vorübergehend horizontal ausbreiten (Lüddecke 1997). Sie waren jedoch kaum in der Lage, sich mit nahe verwandten Populationen zu kreuzen, wegen schon eingetretener genetischer Unterschiede. Während der folgenden Zwischeneiszeit stiegen sie wieder hinauf – oft auf vorher nicht von ihnen bewohnte Berge – und wurden dabei wieder in kleine Populationen aufgesplittet, wodurch ein erneuter Artbildungsprozess begann. Dies ist besonders deutlich an der oft kleinflächigen Verbreitung der Frösche in den kolumbianischen Anden zu erkennen (Lynch 1986).

Die einst einleuchtende Hypothese über die Bedeutung pleistozäner Rückzugsgebiete für eine rezente Artenbildung in durch trockene Savannen voneinander getrennte Waldinseln ist heutzutage umstritten (Lynch 1988). Es gibt Anhaltspunkte gegen den Einfluss der pleistozänen Klimawechsel als hauptsächliche Ursache für die Artenbildung und heutige geographische Verbreitung der Lebewesen in Südamerika. Einerseits wurde belegt, dass viele heute existierende Amphibienarten Südamerikas lange vor dem Pleistozän entstanden (Maxson/Heyer 1982), andererseits leben viele der mutmaßlich in Waldinseln entstandenen Arten zumindest heute in Savannen, und ihre Fortpflanzungsbiologie (z.B. Schaumnestherstellung) ist als eine Anpassung an unvorhersagbare jahreszeitliche Klimaschwankungen zu deuten, was eher gegen eine Entwicklung im Wald spricht.

Die sich zunehmend Anerkennung verschaffende Vikarianzbiogeographie kam zu der Erkenntnis, dass die heutigen Verbreitungsmuster besser als Folge der Aufsplitterung und Isolierung einst weitverbreiteter Arten erklärt werden können und dass die Konzepte über Ursprungs- und

Ausbreitungszentren vorwiegend unbegründet seien (Brundin 1988; Cox/Moore 1993; Hedges 1996; Wiley 1988).

#### 4. Gefahren und Schutzmaßnahmen

In Kolumbien wird pro Minute etwa ein Hektar Urwald zerstört. Im Bergmassiv von Santa Marta wird die Entwaldung auf 82% geschätzt. Wald gibt es dort nur noch an den unzugänglichsten Steilhängen. Auch in vielen anderen Gebieten ist die natürliche Vegetation stark geschrumpft (vgl. Tab. 2) und oft auf winzige Reliktinseln beschränkt. Bei gleichbleibender Vernichtungsquote wäre in etwa 60 Jahren kein Primärwald mehr vorhanden. Durch Entwaldung könnte das Land in den kommenden Jahren etwa 25–30% seiner Arten verlieren. Alle Hochebenen sind in Kulturlandschaft umgewandelt, die sumpfigen Feuchtgebiete sind die letzten, aber verschwindenden Naturinseln in den Hochtälern der Anden. Fast alle vorgenommenen Landschaftsumwandlungen führen zu einer ökologischen Monotonie und damit zur Verarmung der Lebewelt.

**Tabelle 2: Änderungen im Landschaftsbild Kolumbiens\***

Landschaftsform	Einst	Heute	Verbliebene Fläche
Regenwald	550.000	378.000	68,7
Bergwald	170.000	45.000	26,5
„Páramo“	18.000	14.000	77,8
Savannen	130.000	120.000	92,0
Galleriewald	118.000	95.000	80,5
Trockenwald	80.000	1.200	1,5
Kulturlandschaft	0	424.000	

\* Ausgedrückt in Quadratkilometer Fläche einstiger und heutiger Großräume, samt Prozentsatz der von jeder Landschaftsform verbliebenen Fläche.

Verschiedene Listen erklären zahlreiche kolumbianische Arten als in Gefahr, wenn auch mit jeweils schwankenden Anzahlen. Hierunter sind die meisten Charakterpflanzen und Tiere: Orchideen, Bromelien, Brillenbär, Riesengürteltier, Ameisenbär, Jaguar, Manati, Tapir, Affe, Stachel-schein, und viele Vögel, insgesamt etwa 11%. Die Hauptgründe sind Habitatzerstörung, Verschmutzung und Vergiftung, Entwaldung, Viehwirtschaft, Verweidung, weniger Sammeln oder Jagd. Die Fischeausbeute im Magdalenafluss ist in den letzten 20 Jahren um 78% gesunken, in anderen Flüssen des Landes um etwa 70%, zum Teil durch unsachgemäßes Fischen

mit Dynamit (Andrade et al. 1992). Für die meisten tropischen Arten kann die Einstufung als „gefährdet“ jedoch aus mangelnde Kenntnis gar nicht vorgenommen werden (Mittermeier et al. 1992). Eine der wenigen Langzeituntersuchungen an einer Froschpopulation der kolumbianischen Anden ließ starke Schwankungen der Individuenanzahl, jedoch keinen Trend zu einem Rückgang erkennen (Lüddecke/Amézquita 1999). Über wirbellose Tiere weiß man praktisch nichts. Wegen einer generell ungenügenden Kenntnis der heutigen Verhältnisse in den Tropen und einer unvorhersehbaren Entwicklung des Landes, können zwar kaum genaue Zukunftsprognosen erstellt werden, aber allgemein findet in den Ländern der Megadiversität eine Megaausrottung der Pflanzen- und Tierwelt statt, oder sie steht unmittelbar bevor.

Neben immer noch riesigen Waldflächen hat Kolumbien 43 Naturschutzgebiete, die zusammen etwa 9% der Landfläche – etwa ein Viertel der Größe Deutschlands – ausmachen (Garcés/de la Zerda 1994). Außerdem gibt es zahlreiche, meist kleinflächige private Schutzgebiete, die sehr wichtig für die Erhaltung der Biodiversität sein könnten, wenn sie in Zusammenarbeit mit der lokalen Bevölkerung betrieben würden. Eines der mit etwa 3.300 ha größten, *La Planada*, besteht seit 1982 im Süden des Landes, erstreckt sich zwischen 1.300–2.100 m über dem Meeresspiegel und hat einen großen Artenreichtum (Salaman 1994). Aber selbst ganz kleine Landflächen in vorstädtischer Umgebung können unerwartet artenreich sein, wie am Beispiel von 24 Froscharten in einem einzigen kleinen Teich zu sehen ist (Ramírez et al. 1999). Dies zeigt, dass viele Arten offenbar sehr anpassungsfähig sind und bisher trotz der Umweltveränderung überlebt haben.

Die meisten Naturschutzgebiete konnten nicht vor der Kolonisierung durch die Landbevölkerung und vor der Besetzung durch Rebellen bewahrt werden. Viele waren wegen der fehlenden oder ungenügenden Vertikal- ausdehnung schon von der Planung her unsachgemäß angelegt, was sie für viele Tierarten mit täglichen oder jahreszeitlichen Rhythmen in der Nutzung verschiedener Höhenstufen ungeeignet macht. Die wenigen Nationalparks, die sich einst streifenförmig eine ganze Andenflanke hinaufzogen, befinden sich in einer durch menschlichen Einfluss beschleunigten Fragmentierung. Außerdem sind viele Schutzgebiete einfach nicht groß genug, weil man zur Erhaltung von Minimalpopulationen vieler Raubtierarten Hunderttausende oder Millionen von Hektar braucht (Andrade et al. 1992).

Ungeeignete Richtlinien für Landnutzung und Bergbau, die Ausdehnung der Agrargrenzen in Naturschutzgebiete, Trockenlegung von Sümpfen, Waldbrände, Rodung, Anbau von Rauschgiftpflanzen und deren Bekämpfung mit Unkrautvernichtungsmitteln führen dazu, dass jährlich Tausende



von Hektar Berghänge kahl gelegt werden. Im Gebirge sind bereits mehr als 80% der Böden von der Erosion betroffen, jährlich kommen etwa 1.700–2.000 Quadratkilometer hinzu. Die Holzwirtschaft arbeitet verschwenderisch, denn etwa 40% des gefällten Materials wird nicht genutzt. Hinzu kommen die Ausbeute mancher Wildformen für den Hausgebrauch (Jagd) und zur Vermarktung (illegaler Tier- und Pflanzenhandel), die in manchen Fällen zur Ausrottung einer Art führen kann. Im Jahre 1994 wurden von den kolumbianischen Behörden etwa 17.000 gesetzeswidrig gefangene Tiere beschlagnahmt, vermutlich ein außerordentlich geringer Anteil des illegalen Handels. Die Umweltverschmutzung ist hoch durch eine schlechte Haushaltsmüllbeseitigung (50% unter freiem Himmel, 15% geht ins Süßwasser). Auch Industrieabfälle werden meist nicht richtig aufgearbeitet. Eine weitere Quelle der Kontamination ist der intensive oder übertriebene Gebrauch von Insektenbekämpfungsmitteln und Düngemitteln (Sánchez/Herrera 1994).

Die Ursachen sind demographischer, ökonomischer, technologischer, sozialer, politischer und institutioneller Art. Obwohl das Bewusstsein der Bevölkerung über die potenzielle Wichtigkeit der Artenvielfalt zunimmt, ist bisher bei weitem nicht genug dafür getan worden, auch nicht auf wissenschaftlicher Ebene. Der Staat ist in den Gebieten mit großer Artenvielfalt kaum präsent. Ein Großteil des Landes, einschließlich der meisten Nationalparks, ist Schauplatz der Austragung sozialer Konflikte und militärischer Auseinandersetzungen zwischen Soldaten, Rebellen und bewaffneten Gruppen zur Selbstverteidigung, einschließlich wöchentlicher Sprengungen der Erdölleitungen von den Ölfeldern im Inland zur Küste, die enorme Umweltschaden anrichten (Blumenthal 1999). Die mit dem Naturschutz beauftragten staatlichen Organisationen sind gerade in den ländlichen Bereichen sehr schwach und nicht in der Lage, eine Einhaltung der Normen zu garantieren. Dies drückt sich z. B. darin aus, dass in Kolumbien 42% der Waldrodung gesetzeswidrig stattfindet (Andrade et al. 1992).

## 5. Nutzung

Wozu kann es einem Land nützen, so viele verschiedene Tier- und Pflanzenarten zu haben? Von den weltweit etwa 10.000–50.000 essbaren Pflanzenarten werden derzeit nur etwa 150–200 massiv für die menschliche Ernährung genutzt (Andrade et al. 1992). Theoretisch besteht dort also ein großes Entwicklungspotenzial für eine erweiterte Ernährungsgrundlage. Wildpflanzen- und Tierarten könnten gezüchtet und verkauft werden (z.B. Orchideen, Araceen, Bromelien). Weitere Möglichkeiten werden in der Nutzbarkeit von Wildpflanzen als Rohstofflieferanten für pharmazeutische Produkte gesehen. Ebenso könnten bisher ungenutzte Wildtierarten

(Insekten, Spinnen, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel, Säugetiere) in Intensivzuchten für den Nahrungsbedarf oder für Sammler produziert werden und eventuell zum Export geeignet sein, wie etwa heutzutage die Häute der Kaimane und Riesenschlangen. Hier wird von kolumbianischer Seite ein gewaltiges, aber bisher nicht abschätzbares, Entwicklungspotenzial vorausgesehen.

Ebenso erhofft sich Kolumbien Fortschritte durch die Biotechnologie, so z.B. die industrielle Nutzung der Fähigkeiten von Lebewesen zur Herstellung spezieller Stoffe (Kieslich 1983). Diese hat bereits große wirtschaftliche Bedeutung erhalten und soll dazu beitragen, zentrale Probleme der Menschheit – wie die ausreichende Versorgung mit Nahrungsmitteln, Medikamenten, Energien, Rohstoffen und die Beseitigung von Schadstoffbelastung in Abwässern – besser zu lösen. Technologische Manipulation wird aber erst nach Entschlüsselung der natürlich ablaufenden Bioprozesse möglich. Obwohl mit den Methoden der Gentechnologie völlig neue Perspektiven in die Biotechnologie eingebracht wurden, ist weitere intensive Grundlagenforschung zu einer breiteren Nutzung dringend erforderlich. Obwohl vielversprechend, ist die Biotechnologie durch verschiedene Erschwernisse belastet: sterile Bedingungen, Schwankungen in der Zusammensetzung komplexer Stoffe, ungünstige Ausbeute, instabile biologische Systeme, Kontrollen zur Einhaltung gesetzlicher Sicherheitsvorschriften, Geruchsbelästigung, aufwendige Reinigungsverfahren der Rohprodukte, Abfallbeseitigung und Wasserreinigung.

## 6. Aussicht auf unerschöpfliche Möglichkeiten?

Zur Verbesserung der Lage soll eine nationale Umweltpolitik der Biodiversität ins Leben gerufen werden. Diese hat zum Ziel, die Artenvielfalt zu erforschen und ihren Wert abzuschätzen, sie gleichzeitig zu nutzen und ihren Bestand zu erhalten. Der daraus gewonnene Profit soll gerecht unter den Beteiligten verteilt werden. Man will verschiedene staatliche und private Einrichtungen zur Mitarbeit aufrufen, indem der Staat spezifische Vollmachten und Verantwortung delegiert, Aufgabenbereiche formuliert und absteckt, Kontrollinstanzen und Mechanismen verfügt und Anreize zur Beteiligung schafft (Miller/Lanou 1995, Rodríguez-Becerra 1994).

Einerseits hat man in Kolumbien noch viel Arbeit vor sich, um das Inventar der heimischen Fauna und Flora zu vervollständigen, geschweige denn die Naturgeschichte und Biochemie dieser Formenvielfalt zu identifizieren. Andererseits erleidet das Land eine rasante Verkleinerung des Naturraums und somit eine Megaausrottung seiner Lebewelt. Trotz wachsender Information ist das Bewusstsein über diesen Vorgang in der

Bevölkerung nur schwach ausgebildet, daher sind kaum tiefgreifende Änderungen im Ausrottungstrend zu erwarten. Um aus seinem naturgegebenen Reichtum selbständig Nutzen ziehen zu können, müsste Kolumbien außerordentliche Fortschritte im wissenschaftlichen und technologischen Bereich machen. Ein sich unmittelbar aus der Biodiversität ergebender Wohlstand, der breiten Sektoren der Bevölkerung zugute kommt, liegt aber heute noch in weiter Ferne.

## Literatur

- Andrade, G. I./Gómez, R./Ruiz, J. P. (1992), Biodiversidad, conservación y uso de recursos naturales. Colombia en el contexto internacional, Fundación Friedrich Ebert de Colombia, Bogotá.
- Atlas de Colombia (1977), República de Colombia, Instituto „Agustín Codazzi“, Bogotá.
- Blumenthal, H. R. (1999), Kolumbien: „Eine Nation trotz ihrer selbst“, Fundación Friedrich Ebert de Colombia, Bogotá, (Manuskript).
- Brumfield R. T./Capparella, A. P. (1996), Historical Diversification of Birds in Northwestern South America. A Molecular Perspective on the Role of Vicariant Events, in: *Evolution*, Nr. 50, 1607-1624.
- Brundin, L. Z. (1988), Phylogenetic Biogeography, in: Myers, A. A./Giller, P. S. (Hrsg.), *Analytical Biogeography. An Integrated Approach to the Study of Animal and Plant Distributions*, London, 343-369.
- Cochran, D. M./Goin, C. J. (1970), *Frogs of Colombia*, United States National Museum Bulletin 288, Washington.
- Cox, C. B./Moore, P. D. (1993), *Biogeography. An Ecological and Evolutionary Approach*, Oxford.
- Duellman, W. E. (1979), The Herpetofauna of the Andes. Patterns of Distribution, Origin, Differentiation and Community Structure, in: Duellman, W. E. (Hrsg.), *The South American Herpetofauna. Its Origin, Evolution, and Dispersal*, Monogr., in: Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas, Lawrence, Nr. 7, 371-459.
- Duellman, W. E. (1988), Patterns of Species Diversity in Anuran Amphibians in the American Tropics, in: *Ann. Missouri Bot. Gard.*, St. Louis, Nr. 75, 79-104.
- Garcés, D. G./de la Zerda, S. (1994), *Gran libro de los parques nacionales de Colombia*, Bogotá, Kolumbien.
- Hedges, S. B. (1996), Vicariance and Dispersal in Caribbean Biogeography, in: *Herpetologica* Nr. 52, 466-473.
- Heyer, W. R./Maxson, L. R. (1982), Distribution, Relationships, and Zoogeography of Lowland Frogs. The *Leptodactylus* Complex in South America, with Special Reference to Amazonia, in: Prance, G. T. (Hrsg.), *Biological Diversification in the Tropics*, New York, 375-388.
- Hödl, W. (1977), Call Differences and Calling Site Segregation in Anuran Species from Central Amazonian Floating Meadows, *Oecologia* Nr. 28, 351-363.
- Hödl, W. (1990), Reproductive Diversity in Amazonian Lowland Frogs, in: *Fortschritte der Zoology*, Nr. 38, 41-60.
- Hödl, W. (1998), Bioakustik der Frösche, in: Hofrichter, R. (Hrsg.), *Amphibien. Evolution, Anatomie, Physiologie, Ökologie und Verbreitung, Verhalten, Bedrohung und Gefährdung*, Augsburg, 158-163.
- Karp, A./Isaac, P. G./Ingram, D. S. (1998), *Molecular Tools for Screening Biodiversity. Plants and Animals*, London.
- Kieslich, K. (1983), Biotechnologie. Entwicklung, Möglichkeiten, Grenzen, in: Dohmen, K. (Hrsg.), *Bio-Technologie, Vorträge auf der 74. Hauptversammlung MNU in Tübingen, 1983*, Stuttgart, 6-20.

- Lüddecke, H. (1997), Besiedlungsgeschichte der kolumbianischen Ostanden durch Anuren. Hinweise aus naturgeschichtlichen Daten von *Hyla labialis*, in: Salamandra Nr. 33, 111-132.
- Lüddecke, H./Amézquita, A. (1999), Demografía de *Hyla labialis*, V. Congreso Latinoamericano de Herpetología, Simposio sobre Declinación de Poblaciones Anfibias en los Andes Sudamericanos, Montevideo, Uruguay, Dezember 12-17.
- Lüddecke, H./Amézquita, A./Bernal, X./Guzmán, F., (im Druck), Partitioning of Vocal Activity in a Neotropical Highland-frog Community, Studies on Neotropical Fauna and Environment.
- Lynch, J. D. (1986), Origins of the High Andean Herpetological Fauna, in: Viulleumier, F./Monasterio, M. (Hrsg.), High Altitude Tropical Biogeography, Oxford, 478-499.
- Lynch, J. D. (1988), Refugia, in: Myers A. A./Giller, P. S. (Hrsg.), Analytical Biogeography. An Integrated Approach to the Study of Animal and Plant Distributions, London, 311-342.
- Lynch, J. D./Ruiz-Carranza, P. M./Ardila, M. C. (1997), Biogeographic Patterns of Colombian Frogs and Toads, in: Rev. Acad. Colomb. Cienc., Nr. 21, 237-248.
- Maxson, L. R./Heyer, W. R. (1982), Leptodactylid Frogs on the Brazilian Shield. An Old and Continuing Adaptive Relationship, in: Biotropica, Nr. 14, 10-15.
- Miller, K. R./Lanou, S. M. (1995), Planeación Nacional de la Biodiversidad. Pautas basadas en experiencias previas alrededor del mundo, Instituto de Recursos Mundiales (WRI), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN), Washington, D. C., Nairobi, Gland.
- Mittermeier, R. A./Carr, J. L./Swingland, I. R./Werner, T. B./Mast, R. B. (1992), Conservation of Amphibians and Reptiles, in: Adler, K. (Hrsg.), Herpetology. Current Research on the Biology of Amphibians and Reptiles, Conservation of Amphibians and Reptiles, Proceedings of the First World Congress of Herpetology, Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 1992, 59-80.
- Péfaur, J. E./Duellman, W. E. (1980), Community Structure in High Andean Herpetofaunas, in: Trans. Kansas Acad. Sci., Nr. 83, 45-65.
- Ramírez, C./Amézquita, A./Castellanos, L./Rojas, B./Bernal, X./Lüddecke, H. (1999), Fenología, clima y gremios acústicos en una comunidad de anuros, V. Congreso Latinoamericano de Herpetología, Montevideo, Uruguay, Dezember, 12-17.
- Rodríguez-Becerra, M. (1994), Crisis ambiental y relaciones internacionales. Hacia una estrategia colombiana, Bogotá.
- Ruiz-Carranza, P. M./Ardila-Robayo, M. C./Lynch, J. (1996), Lista actualizada de la fauna de anfibios de Colombia, in: Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas, Físicas y Naturales, Nr. 20, 365-415.
- Salaman, P. G. W. (Hrsg.) (1994), Surveys and Conservation of the Biodiversity in the Chocó South-West, Colombia, in: Birdlife International Study Report, Nr. 61, Cambridge.
- Sánchez, E./Herrera, C. (1994), Dimensión de la contaminación industrial en Colombia y estrategias de solución, in: Rodríguez-Becerra, M. (Hrsg.), La política ambiental del fin de siglo. Una agenda para Colombia, Bogotá, 182-204.
- Savage, J. M. (1982), The Enigma of the Central American Herpetofauna. Dispersals or Vicariance?, in: Ann. Missouri Bot. Gard., Nr. 69, 464-547.
- Schlüter, A. (1987), Die Froschlurche an einem Stillgewässer im tropischen Regenwald von Peru, in: Herpetofauna, Nr. 50, Bd.9, 17-24.
- Sturm, H. (1994), Fauna, in: Mora-Osejo, L. E./Sturm, H. (Hrsg.), Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino, Cordillera Oriental de Colombia, Tomo I, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá, in: Colección Jorge Alvarez Lleras, Nr. 6, 71-87.
- Vuilleumier, F. (1970), Insular Biogeography in Continental Regions, I. The Northern Andes of South America, in: Am. Nat., Nr. 104, 373-388.
- Wiley, E. O. (1988), Vicariance Biogeography, in: Annu. Rev. Ecol. Syst., Nr. 19, 513-542.
- Wilson, O. E. (1992), The Diversity of Life, Belknap, Cambridge, MA.